



Escola Politècnica Superior d'Enginyeria  
de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# MINIPROYECTO AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

**TITULO:** **Diseño del laboratorio de sistemas de producción.**

**AUTOR:** Laje Andrés, David  
Daza, Alexis  
Hernández Gómez, Kepa losu

**TITULACIÓN:** **ETI, Especialitat en Electrònica Industrial. K51**

**DIRECTOR:** **Pere Ponsa.**

**DEPARTAMENTO:** Ingenieria de Sistemes, Automàtica i Informàtica Industrial

**FECHA:** 25/05/2004

## Resumen

Nuestro objetivo principal es el diseño de la ubicación idónea de la célula flexible que se esta construyendo en nuestra universidad. Para esto tenemos que llevar a cabo una serie de estudios, entre ellos el de la ubicación actual, que nos permita diseñar el emplazamiento ideal. Nuestro primer paso fue buscar información sobre otras células para tener una idea general del proyecto y de cómo llevarlo a cabo. Después de recabar información nuestro siguiente paso ha sido el de estudiar la ubicación actual de la célula. En este estudio buscamos fallos de diferente tipo. Por una parte los fallos correspondientes a la ubicación en particular, es decir el espacio que disponemos en el laboratorio, espacio particular para cada estación, espacio con el que dispondrían los operarios, en definitiva el espacio que dispone el laboratorio para el funcionamiento de la célula. En este estudio dimos con una serie de carencias las cuales detallamos en el proyecto y a las cuales intentamos darles solución. De estas soluciones detallamos las mas importantes y las estudiamos. En este estudio incluiremos planos en CAD que nos permitirán observar con mas claridad nuestras propuestas de soluciones. Otro tipo de fallos serán los que se refieran a la célula en sí, es decir los referidos a su fabricación. En este apartado, como en el anterior, detallaremos los fallos encontrados así como las posibles soluciones que propondremos. El último campo que trataremos será el de los riesgos laborales para las personas que vayan a trabajar con la célula. Para esto tendremos que estudiar la diferente normativa que exista en este campo la cual detallaremos en el apartado de bibliografía. En este apartado incluiremos también todo tipo de paginas web que nos sean de utilidad para el desarrollo de nuestro proyecto así como libros, revistas, etc.

En otro apartado, como antes hemos comentado, incluiremos todos los planos que realicemos con las distintas ubicaciones, tanto la actual como las propuestas en este proyecto. En ellos veremos con claridad las diferentes opciones que estudiemos. Estos planos serán realizados en AUTOCAD.

En definitiva el principal objetivo que buscamos es el de proporcionar a la célula de fabricación flexible una ubicación idónea, siempre teniendo en cuenta cual es el objetivo principal de esta célula que no es otro que el de contribuir a la educación, en el campo de la automatización industrial, de los alumnos de nuestra universidad. Con esto se pretende complementar de forma eficaz la formación teórica que se da en las diferentes asignaturas relacionadas con la automatización.

## Palabras clave.

Ubicación	Célula	Estudio	Información
Proyecto	Fallos	Soluciones	Objetivos
Formación	Automatización		

## **ÍNDICE**

<b>1.</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>NORMATIVA.....</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>ANÁLISIS DE LA CELULA FABRICACIÓN FLEXIBLE.....</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>ANÁLISIS DEL EMPLAZAMIENTO ACTUAL Y POSIBLES SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS.....</b>	<b>11</b>
<b>5.</b>	<b>EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES .....</b>	<b>18</b>
<b>6.</b>	<b>TABLA COMPARATIVA.....</b>	<b>20</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>29</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>33</b>

## **1. OBJETIVO**

El objetivo de principal de nuestro trabajo es el de diseñar un laboratorio con una célula flexible que reúna las condiciones idóneas para poder trabajar de una forma segura y eficaz. Esto teniendo en cuenta que esta célula se utilizara con fines educativos y que su mayor objetivo es los alumnos puedan realizar practicas de lo que en las clases de teoría se enseña.

Así analizaremos el espacio con el que cuenta la escuela para ubicar la célula y estudiaremos las posibles mejoras que se puedan efectuar. Realizaremos medidas de todo el espacio habilitado para la célula, espacio del laboratorio, y también de todas las piezas y estaciones, realizando luego un visionado del laboratorio a través del programa CAD.

Visitando este laboratorio donde ya esta la célula podremos observar los diferentes fallos, tanto de seguridad para el personal del laboratorio, como fallos de ubicación o de falta de espacio. Para hacer esto tendremos que tener claro cuales son los diferentes trabajos que se van a hacer en la célula y los operarios que habrá en cada estación. De este modo podremos dar con los diferentes fallos que pueda tener el emplazamiento actual y la forma en que se podrían solucionar. Todo esto teniendo en cuenta, como antes hemos mencionado, que la célula se utilizara con fines educativos. Así una vez analizado el laboratorio idóneo para la ubicación de la célula de fabricación flexible.

## **2. NORMATIVA.**

Las leyes y decretos que afectan de forma directa al área donde efectuaremos la evaluación de riesgos serán los siguientes:

➤ Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995.

- RD. 486/1997: Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- RD. 1215/97: Disposiciones mínimas de seguridad para la utilización de los equipos de trabajo.
- RD. 39/1997: Reglamento de los Servicios de Prevención.
- RD. 485/1997: Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- RD. 1316/1989: Riesgos derivados de la exposición al ruido.
- RD. 769/1999: Reglamentación sobre Aparatos a Presión.
- RD. 614/2001: Disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- RD. 2177/1996: Condiciones de protección contra incendios en los edificios. Normas Básicas de Edificación NBE-CPI/96.
- RD. 56/1995: Protección de la maquinaria.

Norma UNE EN 775 de fecha octubre de 1992, que a su vez adopta la Norma Internacional ISO 10218:1992: Referente a robots manipuladores.

### **3. ANÁLISIS DE LA CELULA FABRICACIÓN FLEXIBLE**

En este punto intentaremos describir paso a paso y estación a estación el sistema modular de producción existente en nuestra universidad. Realizaremos un análisis superficial de la célula, ya que el objetivo de este proyecto no es analizar su funcionamiento, sino entender como trabaja para después poder estudiar su ubicación y dar con el laboratorio mas adecuado para el sistema de producción modular. Para realizar el análisis hemos recurrido a la pagina web, que desde la escuela se ha dedicado a la célula. Esta pagina la incluiremos junto con otras de interés en el punto correspondiente a bibliografía.

Esta célula esta compuesta por cinco estaciones, las cuales tienen diferentes trabajos que van desde la identificación de la pieza hasta su ensamblaje y distribución.

A las distintas estaciones también las podríamos llamar módulos, que en sí es de lo que se conforma la célula, es decir esta célula de fabricación flexible esta formada por cinco módulos diferentes. El numero de módulos depende de la aplicación o aplicaciones que tenga la célula y también este numero puede ser aumentado paulatinamente y en diferentes etapas. El sistema de producción modular instalado en nuestra universidad, como ya hemos comentado esta formado por cinco módulos diferentes pero esta pensado aumentar el numero de módulos en etapas posteriores.

Figura 4.1.

Actualmente el sistema tiene una distribución que a modo de esquema podemos observar en la figura 4.1.

La primera de estas estaciones es la que se encarga de la identificación y la distribución. Así esta estación se encarga, mediante un conjunto de sensores, de la identificación de la pieza. Gracias a estos sensores, uno capacitivo otro inductivo y un tercero óptico, detecta el tipo de pieza que es, si es de metal o si es de plástico y en este último caso de que color es, roja o negra. En la tabla 4.1 observamos la detección de los distintos materiales según el tipo de sensor que sea. Así vemos que para diferenciar los tres tipos de piezas que utilizaremos en nuestro sistema necesitaremos combinar los tres tipos de sensores.

Tabla 4.1.

Pieza/Sensor	Capacitivo	Òptico	Inductivo
<b>Negra</b>	1	0	0
<b>Roja</b>	1	1	0
<b>Metàlica</b>	1	1	1

Después mediante un sensor analógico detecta el tamaño de la pieza. Así, si la pieza no es la deseada, la expulsaremos y si por el contrario cumple los requisitos será enviada mediante una cinta transportadora a la segunda estación. Este proceso lo ilustramos en figura 4.2 que nos permite, esquemáticamente, ver el funcionamiento de la estación.

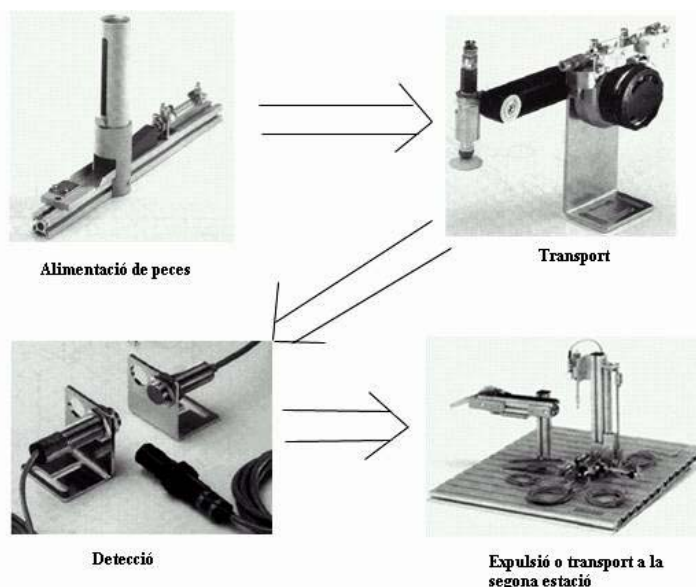


Figura 4.2.

Como hemos comentado la pieza que cumple los requisitos es enviada a la segunda estación. Esta estación es la que se encarga del mecanizado y una posterior verificación. La pieza que llega por la cinta transportadora cae a un plato giratorio que, como luego mostraremos, pasa por diferentes posiciones en las cuales

se realiza su mecanizado y su posterior verificación. Estas posiciones son las que se muestran en la figura 4.3.

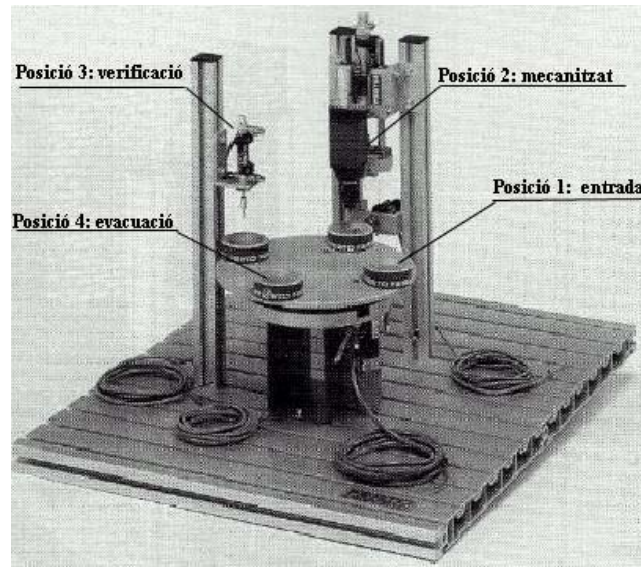


Figura 4.3.

Mediante la verificación detectamos las piezas que no han sido mecanizadas adecuadamente, las cuales son evacuadas fuera de la estación. Una vez realizada la verificación la pieza convenientemente mecanizada es conducida a la cinta transportadora para que esta la sitúe en la siguiente estación.

Esta siguiente estación es la de verificación mediante una web-cam. La principal función de esta estación es la identificación y la verificación de las distintas piezas que lleguen por la cinta. Esto es, gracias a la web-cam el sistema sabrá si la pieza que ha llegado por la cinta transportadora es una pieza mecanizada en la anterior estación o si es un tipo de pieza de las que se montan en la cuarta estación. En la figura 4.4 observamos los dos tipos de piezas, a la izquierda la pieza montada en la estación 4, y a la derecha, esta última junto a la mecanizada en la estación 2.



Figura 4.4.



En los dos casos el sistema podrá verificar el estado de cada pieza y así tomará decisiones acerca del destino de cada pieza. Detectará si las piezas están en buen estado o si por el contrario tienen algún tipo de defecto. Esta información, después de ser procesada, será enviada a las estaciones que tengan que realizar algún trabajo con ella y así conseguiremos optimizar los distintos trabajos que tenga que efectuar el sistema de producción modular.

La cuarta estación es la estación de ensamblaje y paletización. En esta estación se realiza el ensamblaje de las piezas, que en definitiva es el objetivo del sistema de producción modular. De todo ello se encarga el robot Mitsubishi RV-M1. Mostramos una imagen de la estación en la figura 4.5 donde podemos observar también el robot.

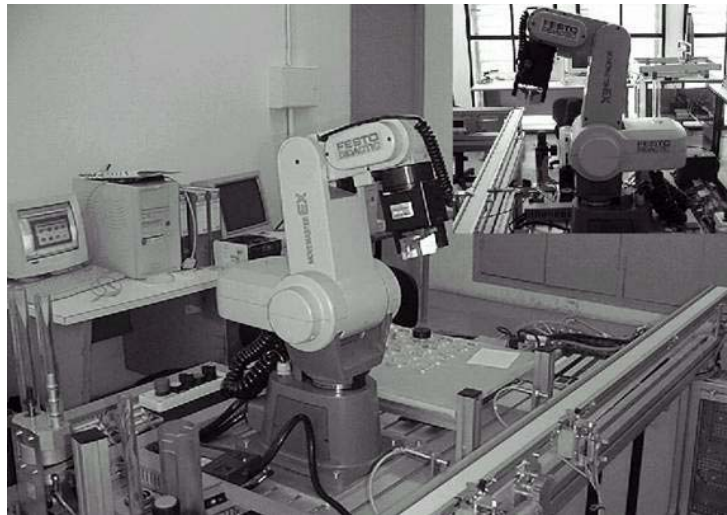


Figura 4.5.

Este ensamblaje se realiza en cuatro módulos diferentes, el alimentador de muelles, el alimentador de cubiertas, alimentador de pistones y el habitáculo de ensamblaje. Para una información mas detallada sobre esta estación, como ya hemos mencionado anteriormente, en el apartado de bibliografía, esta incluida la pagina web dedicada a esta célula de fabricación flexible.

La última de las estaciones que nos queda por mencionar, es la quinta. Esta la compone únicamente la cinta transportadora. La cinta transportadora es la que se encarga de distribuir las piezas a las distintas estaciones.

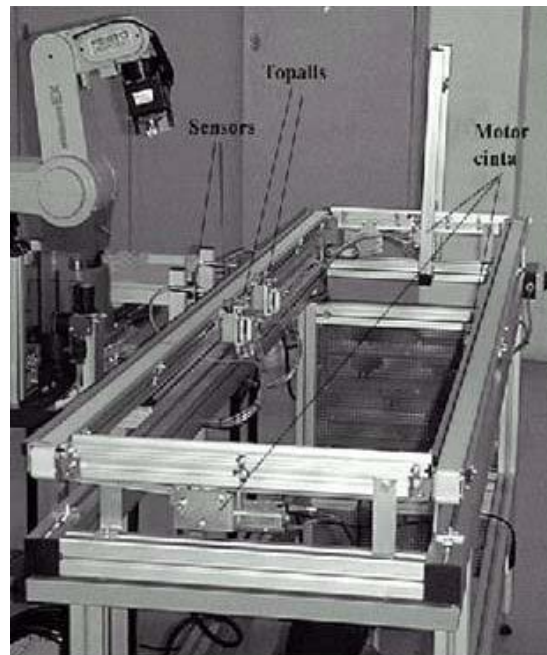


Figura 4.6.

Como vemos en la figura 4.6 la estación dispone de un conjunto de sensores los cuales detectan la presencia de las distintas piezas que circulan por la cinta. Estas detecciones se efectúan en sitios estratégicos para el funcionamiento de la célula. Lugares en los que esta estación dispone de unos actuadores que permiten u obstaculizan el paso de las distintas piezas.

#### 4. ANÁLISIS DEL EMPLAZAMIENTO ACTUAL Y POSIBLES SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS.

Una célula de fabricación flexible necesita un emplazamiento concreto, no solo teniendo en cuenta el espacio que necesitan las diferentes estaciones, sino también considerando el espacio que requerirán los/as diferentes operarios/as que trabajen en cada estación. En nuestro caso, y como la estación tiene un fin didáctico, las personas que trabajaran en las diferentes estaciones serán alumnos. Así nosotros realizaremos un análisis al laboratorio de sistemas de producción, en el cual se ubica actualmente la célula, e intentaremos dar con posibles carencias del laboratorio y de la célula en sí, que posteriormente trataremos solucionar.

Con el fin de que el análisis resulte mas claro lo vamos a realizar dividido en diferentes partes. Así realizaremos el análisis de lo concerniente al espacio, posteriormente lo referido a la electricidad, la neumática y finalmente lo que se refiere a la célula en sí.

La ubicación actual de la célula es uno de los problemas más importantes con el que nos encontramos. La célula, actualmente esta ubicada en el laboratorio de sistemas de producción, el L-112. Este laboratorio esta situado en la primera planta de la universidad, y no solo no es adecuado para la disposición actual de la célula sino que no nos permitiría aumentar el numero de estaciones que conformarían la célula. Esto último es una idea a tener en cuenta puesto que, como anteriormente hemos comentado, una cualidad de estos sistemas es que se puede ampliar el numero de estaciones que lo conforman, con lo que necesitamos un laboratorio bastante mas amplio que con el que contamos actualmente.

Para una mejor comprensión de lo que estamos exponiendo adjuntamos el **plano 2004.05.03** que nos muestra la ubicación actual del sistema de producción modular en CAD.

Para una más completa comprensión vemos gráficamente en la figura 5.1 como esta actualmente el laboratorio de sistemas de producción.



Figura 5.1.

Como podemos observar en la figura, el espacio que queda entre el sistema de producción modular y el resto de mobiliario del laboratorio, es muy reducido, con lo cual podemos deducir que las condiciones de trabajo en la célula no serían las idóneas. Todo esto visto desde una perspectiva de funcionalidad pero también desde el punto de vista de seguridad para las personas que trabajen en la célula. Hemos de tener en cuenta que el fin de la célula es didáctico con lo que el número de personas que trabajarán en las diferentes estaciones puede ser mayor que si trabajara un solo operario/a. Con esto queremos recalcar que el espacio necesario sería bastante mayor al que se dispone actualmente.

A continuación barajaremos dos posibilidades de solucionar el problema, las cuales irán acompañadas de sus correspondientes planos para una mejor y más fácil comprensión.

La primera de las posibilidades es la de utilizar el laboratorio contiguo al L-112, es decir el L-111. Este laboratorio actualmente es el de mecatrónica. La solución que planteamos pasaría por el derribo del tabique que separa los dos laboratorios con lo que nos quedaría un solo laboratorio con un espacio suficiente para la colocación del sistema de producción modular. Esta idea estaría condicionada a que existiera la posibilidad de reubicar el laboratorio que actualmente ocupa el espacio. Otro aspecto a estudiar sería el económico, pero no pensamos que el presupuesto para realizar la obra planteada sea muy elevado. En el **plano 2004.05.05** podemos observar la idea planteada, y fácilmente apreciaremos las diferencias con el emplazamiento actual.

La segunda de las posibilidades de mejora que planteamos es la de trasladar la célula de fabricación flexible al laboratorio L-110. Este laboratorio, actualmente, es el laboratorio donde se realizan las prácticas, entre otras, de la asignatura LAAI, Laboratorio de Automatización Industrial. Este laboratorio cuenta con una serie de puestos de trabajo, los cuales disponen cada uno de ellos con un PLC, SIEMENS S7-200 y un ordenador personal. La idea sería colocar la célula en el centro del laboratorio, con lo cual pondríamos los diferentes puestos de trabajo a su alrededor. En este laboratorio se podrían efectuar diferentes prácticas en los puestos de trabajo y después cabría la posibilidad de aplicarlas en la célula, con lo que el apoyo docente que aportaría el sistema modular de producción a las diferentes asignaturas sería importante.

En el **plano 2004.05.04** vemos un esquema de la distribución actual del laboratorio de automática y sistemas de control, en el **plano 2004.05.06** observamos como quedaría la distribución del laboratorio con los diferentes cambios planteados.

Como hemos comentado en varias ocasiones, el objetivo final de la construcción de la célula es didáctico y supondría un importante apoyo docente en diferentes asignaturas. Asignaturas, entre otras, como LAAI, anteriormente comentada, o como ROAP, Robótica Aplicada, que trataría la puesta en marcha del robot RV-M1 dentro de la estación de paletización y montaje con la colaboración de un PLC CPM2A que será el responsable de las actividades en esta estación. Otra de las asignaturas sería AUTI, automatización, donde se están actualizando algunos contenidos para que la asignatura sea la continuación de la asignatura INFI, Informática Industrial.



Con respecto al segundo ciclo, en septiembre comenzará la asignatura SPIN, Sistemas de Producción Integrados, donde se realizarían una serie de practicas utilizando la célula de fabricación flexible. Como hemos comentado el aporte didáctico que ofrece la célula es importante.

Otra área que se beneficiaría con la célula es la de los proyectos de fin de carrera. Este año se han programado 4 proyectos fin de carrera relacionados con la célula en el primer cuatrimestre (Q1) y otros cuatro están programados que se realicen en el segundo cuatrimestre (Q2).

Hablando del apoyo docente que aportaría la célula, un aspecto a tener en cuenta es el del número de alumnos que podrían trabajar en las distintas estaciones. Como hemos comentado anteriormente, el apoyo docente que ofrecerá la célula será importante, eso sí, para que esta aportación sea eficaz, el numero de alumnos por puesto de trabajo tendría que ser el mas bajo posible. Es decir, cuanto menos numeroso sea el grupo de trabajo mayor será la aportación de la célula al aprendizaje del grupo. En definitiva, el numero de estudiantes por estación puede ser mayor o menor, pero como el objetivo final es el didáctico nos interesa un numero reducido de alumnos/as.

Como anteriormente hemos comentado el siguiente aspecto que vamos a tratar es el de la electricidad. En este punto el mas importante de los problemas que hemos detectado es el de la distribución de los diferentes cables que componen la célula de fabricación flexible. Actualmente el cableado se encuentra, sin ningún orden ni criterio, por el suelo del laboratorio. Es decir que cualquier operario/a que trabaje en la célula tiene que estar en todo momento esquivando los cables. En la figura 5.2 observamos claramente como es el estado actual del sistema de cableado.



Figura 5.2.

Este aspecto no hay ni que decir que es muy peligroso, la persona que trabaja se expone en todo momento a tropezar con cualquier cable, pudiendo caer, romper cualquier parte de la célula o incluso sufrir una descarga eléctrica. Por todo esto el problema del cableado es un problema a solucionar lo antes posible. Una de las

posibles soluciones pasa por colocar el cableado en un canal PVC que suba por la pared y continuando por el techo del laboratorio que caiga justo en el centro de la célula. Una vez aquí distribuiríamos los cables cada uno a su destino. De esta forma conseguimos que el sistema de cableado este lo mas alejado posible de los operarios / as.

Otra posible solución sería colocar los cables por el suelo cubiertos por una tapa, o un canal de PVC, que quede en forma de túnel. Esta solución resolvería en parte el problema, es decir las personas que trabajen en el laboratorio siguen corriendo el riesgo de tropezar con el dispositivo comentado.

El tercero de los aspectos es el de la neumática. En este punto lo mas reseñable es el problema de la ubicación del compresor. El compresor es el encargado de proporcionar al sistema de producción modular la fuerza neumática que este necesite para cada una de sus estaciones. Actualmente esta situado en el suelo al lado de la célula como vemos en la figura 5.3.



Figura 5.3.

Esta ubicación no es la idónea, entre otras, por dos razones. Por un lado el personal que trabaje en la célula corre el peligro de tropezar con él y la segunda razón es que el compresor, debido al ruido que produce, debería estar dentro de una sala o caja insonorizada.

Otra solución es la compra de un compresor silencioso. Esto resolvería el problema del ruido, aun así tendríamos que acondicionar un lugar idóneo para el compresor con el fin de evitar el peligro de que alguien se tropiece con el.

El último aspecto que vamos a tratar es el que se refiere a la célula en sí. Es decir vamos a tratar de analizar posibles fallos que tenga la célula, en lo que es su disposición física no en lo que se refiere a su funcionamiento.

Para comenzar uno de los fallos que hemos encontrado es la ubicación del ordenador que controla las estaciones 1 y 2. Como hemos comprobado en otros ejemplos de células, los ordenadores que controlan las distintas estaciones están

colocados aparte de lo que es la célula. Es decir, lo ideal sería que la célula estuviera colocada en el centro del laboratorio y los ordenadores que la controlan aparte. Esto posibilitaría el que las personas que trabajen en la célula o alumnos que estén observándola pudieran acercarse y andar alrededor de ella.



Figura 5.4.

Como apreciamos en las fotos es nulo el espacio que queda entre la estación y el puesto de control así que esta es una opción a tener en cuenta puesto que como ya hemos dicho repetidamente el fin es didáctico con lo que sería importante el observar la célula lo mas fácil posible.

Evidentemente para dar solución a este problema tenemos que contar con un laboratorio que disponga de mas espacio, pero este problema ya lo hemos analizado anteriormente. Siguiendo en esta estación, la estación 2, otro fallo menos importante es el del deposito de las piezas defectuosas que detecta la estación. Esta estación 2 deposita las piezas

defectuosas que detecta en un receptáculo para su posterior retirada. Actualmente este receptáculo es una cestita de mimbre, la cual nos parece poco apropiada. Una caja de plástico de pequeñas proporciones nos parece mas apropiada para este fin.

Otro de los fallos mas reseñables es el de la ubicación de los PLC's. Es un problema que se da en todas las estaciones salvo en la tercera, la de verificación mediante web-cam. Los PLC's , por norma, tienen que estar situados en unos armarios especiales, que la misma norma describe. La diferencia de una ubicación a otra la podemos observar en la figura 5.5.



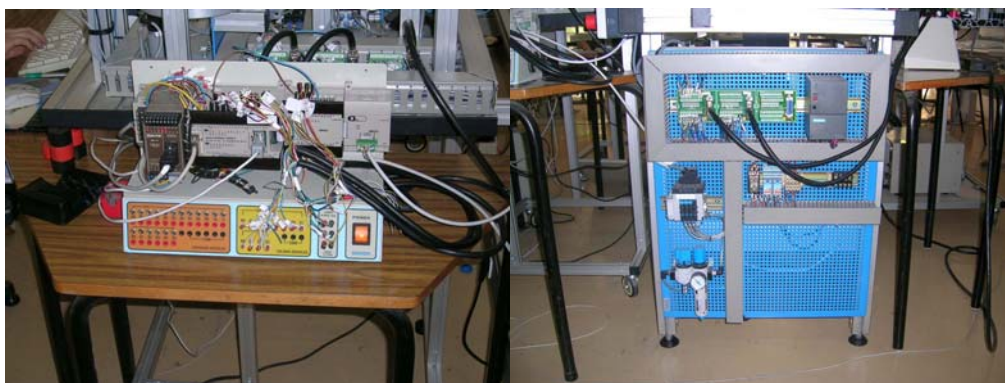


Figura 5.5.

En la imagen de la derecha tenemos la ubicación correcta por norma, mientras que en la imagen de la izquierda observamos la situación en la que se encuentran los PLC's del resto de estaciones.

Por el contrario en esta tercera estación nos parece peligrosa la situación del sensor que detecta la pieza. El peligro está en que el sensor sobresale del cuerpo de la célula, como muestra la figura 5.6 con lo que corre un serio peligro de que alguien colisione con el, esto aparte de poder romper el dispositivo provocaría el que la célula funcionara mal, puesto que la información que procesa esta estación tiene sus efectos en las demás estaciones.



Figura 5.6.

Una posible solución a este problema sería colocar una mampara de metacrilato que cubra la parte del sensor. Con esto evitaríamos las posibles colisiones y a su vez no entorpeceríamos la visión del funcionamiento de la estación.

Para terminar con el análisis de posibles fallos en las distintas estaciones, nos vamos a situar en la estación 4. Esta estación es la que se encarga del ensamblaje y



de la paletización. Para conseguir su objetivo contiene el robot Mitsubishi RV-M1. Un fallo que hemos detectado es que el robot podría colisionar con otras partes de la estación. Estas partes son el alimentador de muelles y el alimentador de cubiertas. Una posible solución podría ser poner los alimentadores fuera del alcance del brazo del robot, eso si, sin entorpecer con ello el funcionamiento correcto de la estación. Otro problema que ocasiona el brazo del robot es que sobresale del perímetro de la estación, con lo que existe el peligro de que colisione con alguna persona. Este es un problema que lo analizaremos mas adelante, en el apartado dedicado a la prevención de riesgos laborales.

Por otro lado, en la misma estación, tenemos la botonera controladora del robot. Esta botonera, la cual maneja un operario/a, tiene que permitir tener capacidad de movimiento a la persona que la maneje, pero en el momento que no sea utilizada creemos que sería conveniente acondicionar un habitáculo para situarla.



Figura 5.7.

Para tener una idea del problema que comentamos añadimos la imagen de la figura 5.7. Como hemos comentado sería conveniente acondicionar un soporte para ubicarla, así evitaríamos que la botonera se ponga en lugares inadecuados y peligrosos para su integridad. Hay que recordar el elevado precio que cuesta el conjunto de la célula, por lo que nos parece importante que aspectos como este de la botonera se resuelvan.

En este punto nuestro objetivo ha sido intentar efectuar un análisis de la situación actual del laboratorio e intentar dar algunas salidas a los problemas encontrados.

## 5. EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES

En este apartado intentaremos analizar los diferentes riesgos que puedan existir tanto en el laboratorio de sistemas de producción como en la célula en sí. El primero de los problemas que vamos a tratar está relacionado directamente con un aspecto que anteriormente hemos analizado, es decir con el reducido espacio en el que se encuentra la célula. El riesgo al que nos referimos es el que supone que el brazo del robot supere las medidas de la base que lo soporta. Las dimensiones del brazo del robot son de 0,8 m, desde el eje hasta el elemento terminal es de 0,593 m. La distancia desde el eje de la célula hasta el borde de la base es de 0,4 m, con lo que el brazo del robot sobresale de la base 0,19 m. En la figura 6.1 podemos observar toda capacidad de movimiento que dispone el brazo del robot.

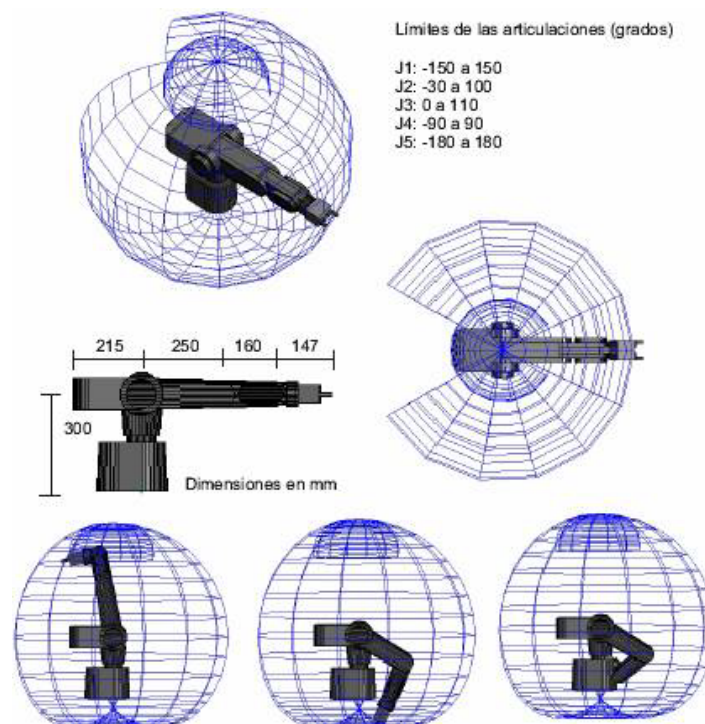


Figura 6.1.

Esta capacidad de movimiento como hemos comentado implica que el brazo supere la base de la estación con lo que cualquier persona que esté situada en el perímetro corre el peligro de ser golpeada por el brazo del robot.

Una posible solución al problema sería rodear la estación con un perímetro de seguridad, cuya distancia mínima tendría que ser la distancia máxima que alcance el brazo del robot. A esta distancia podríamos situar una barrera de metacrilato que protegería a la persona que esté situada en la zona. Esta solución tiene un problema, este problema es que situando la barrera estaríamos obstaculizando el

objetivo que perseguimos con la célula, es decir el didáctico. En este caso habría que solucionar el problema teniendo en cuenta los dos aspectos anteriormente comentados.

Otro problema detectado en la célula lo encontramos en la cuarta estación también. El problema radica en el borde de la base que soporta toda la estación. Este borde con aristas puntiagudas y cortantes supone un peligro evidente para cualquier persona que pase por la mencionada estación. En la figura 6.2 observamos lo comentado gráficamente.



Figura 6.2.

La solución a este problema pasa por cubrir todos los bordes de la base de las distintas estaciones de la célula.

El último de los problemas que vamos a comentar lo situamos en la estación 5. Esta estación es la de la cinta transportadora, la cual en los cambios de dirección tiene una distancia peligrosa entre las diferentes cintas. Esta distancia puede provocar que alguna persona se pille los dedos pudiendo sufrir una lesión.

## 6. TABLA COMPARATIVA.

El objetivo principal de esta tabla es recoger información de otras estaciones ya proyectadas para utilizarla en nuestro proyecto. La búsqueda de información sobre otras estaciones la hemos realizado principalmente por medio de internet y a nivel estatal.

Mediante internet hemos dado con otras estaciones cuyas características técnicas las describimos en la tabla. Otro modo de obtener información ha sido la información facilitada por nuestro profesor de la asignatura automatización industrial y a su vez responsable de la fabricación de la célula que se esta realizando en nuestra universidad, Pere Ponsa.

A nivel estatal hemos encontrado otras estaciones, algunas de ellas con pagina web propia donde describe la célula detalladamente. Una de las encontradas es la célula realizada en la universidad de Zaragoza, cuya pagina web es la siguiente, <http://automata.cps.unizar.es/celula6.html>, en esta pagina como hemos comentado describen detalladamente la célula. Otra estación encontrada es la realizada en la universidad de Oviedo cuya pagina web es, [http://isa.uniovi.es/genia/spanish/proy/FMS\\_200.htm](http://isa.uniovi.es/genia/spanish/proy/FMS_200.htm). La tercera de las estaciones encontradas es la de la Universitat Autònoma de Barcelona. En este caso la información ha sido facilitada por nuestro profesor. La ultima de las encontradas es la que han construido en la Universidad Politécnica de Valencia. De esta célula nos ha sido imposible encontrar información en internet.

<u>SISTEMA</u>	<u>CASA</u>	<u>Nº ESTACIONES</u>	<u>Nº PRODUCTES</u>	<u>CONTROLADORES</u>	<u>MONITORIZACIÓN</u>
SMP EPSEVG	FESTO	5	2	OMRON SIEMENS	LABVIEW CXSUPERVISOR
FMS 200 OVIEDO	SMC ALECOPI	8	1	SIEMENS SCHNEIDER	PROSIMAX
FMS ZARAGOZA	FESTO	7	1	TELEMECANICA	-PL7PRO -MONITOR PRO -VIJEO LOOK (En desarrollo actualmente)
FMS UAB	PROFITEAM SISTEM FESTO NORGEN	4	2	IZUMI OMRON	LABVIEW

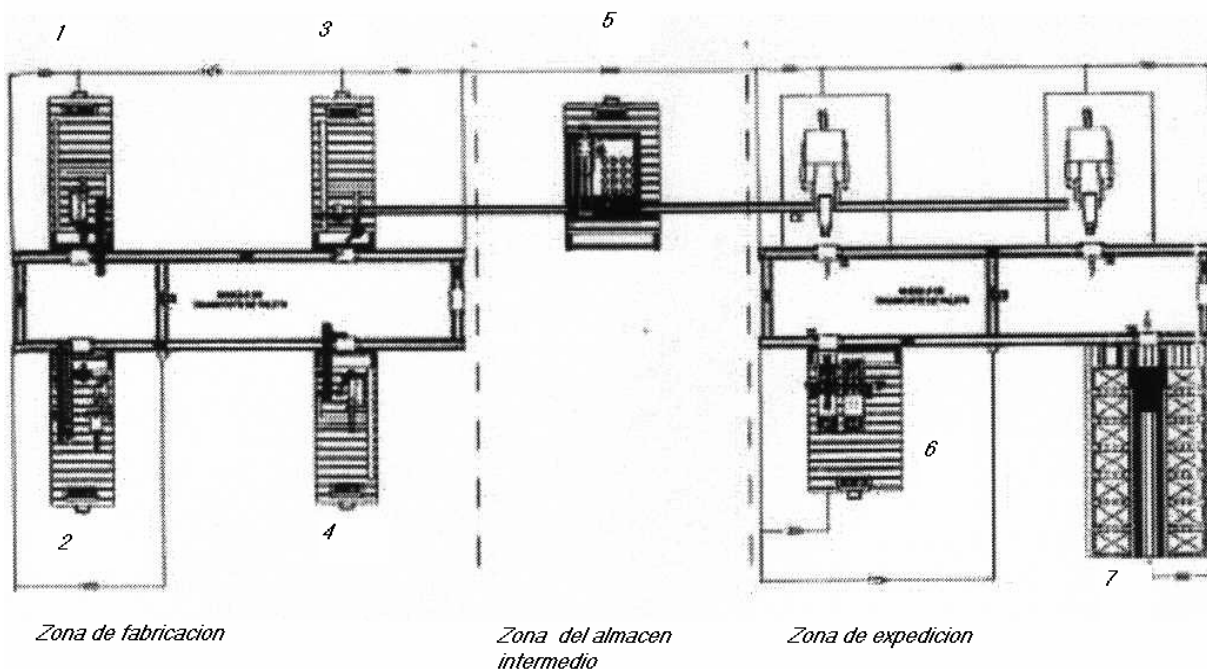
## Comparativa de las células flexibles FMS

Esta parte del trabajo esta dedicada a comparar las células de fabricación flexible unas con otras, durante el proceso de búsqueda de información hemos encontrado mucha información respecto a la célula de la universidad de Zaragoza y también de la célula SMP EPSEVG, de otras células como la FMS OVIEDO, la FMS de la UAB y de la FMS de la universidad politécnica de Valencia introduciremos detalles puntuales, pero que Por tanto nos centraremos en comparar a la SMP EPSEVG y la FMS de Oviedo.

La célula de fabricación flexible de la universidad de Zaragoza esta compuesta por 7 numero de estaciones, la SMP EPSEVG dispone de y la FMS 200 de Oviedo de 8. estaciones.

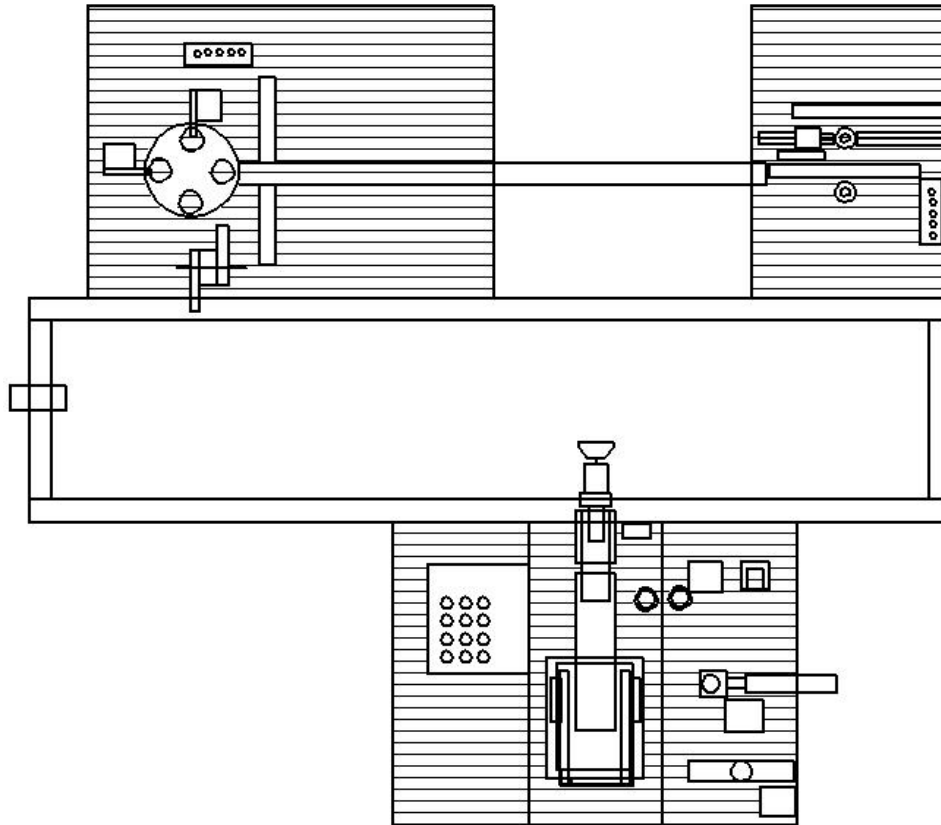
Veamos su disposición

## Disposición FMS ZARAGOZA





### Disposición del SMP EPSEVG

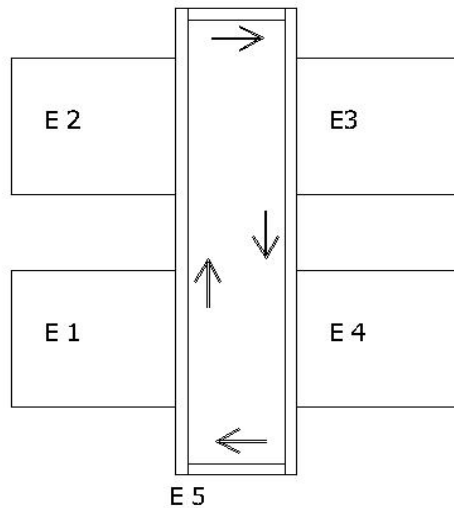


En cuanto a la célula flexible de la FMS de Oviedo encontramos que tiene 8 estaciones. Veamos pues su distribución:



En el diseño de la célula flexible de la universidad Autònoma de Bellaterra colaboro el Sr. Pere Ponsa y la informaci3n que tenemos es gracias a él.

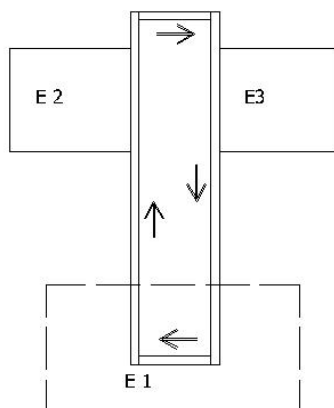
En primer lugar la célula fue diseñada para tener 5 estaciones.



### DISEÑO PREVIO DE UAB

ESTACIÓN 1 ALIMENTACIÓN  
 ESTACIÓN 2 MECANIZADO  
 ESTACIÓN 3 ENSAMBLAJE/ MONTAJE  
 ESTACIÓN 4 ALMACÉN  
 ESTACIÓN 5 SISTEMA RECTANGULAR  
 CON RECIRCULACIÓN DE PALETAS

En la actualidad observamos que no se ha realizado la totalidad del diseño previo.



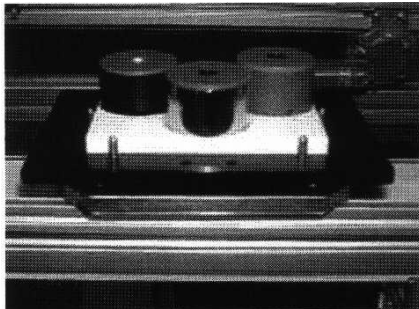
### DISEÑO ACTUAL DE UAB

ESTACIÓN 1 MANIPULADOR ELECTRONEUMÁTICO CON  
 TAREAS DE ALIMENTACIÓN O ALMACÉN  
 ESTACIÓN 2 MECANIZADO  
 ESTACIÓN 3 MONTAJE  
 ESTACIÓN 4 TRANSPORTE

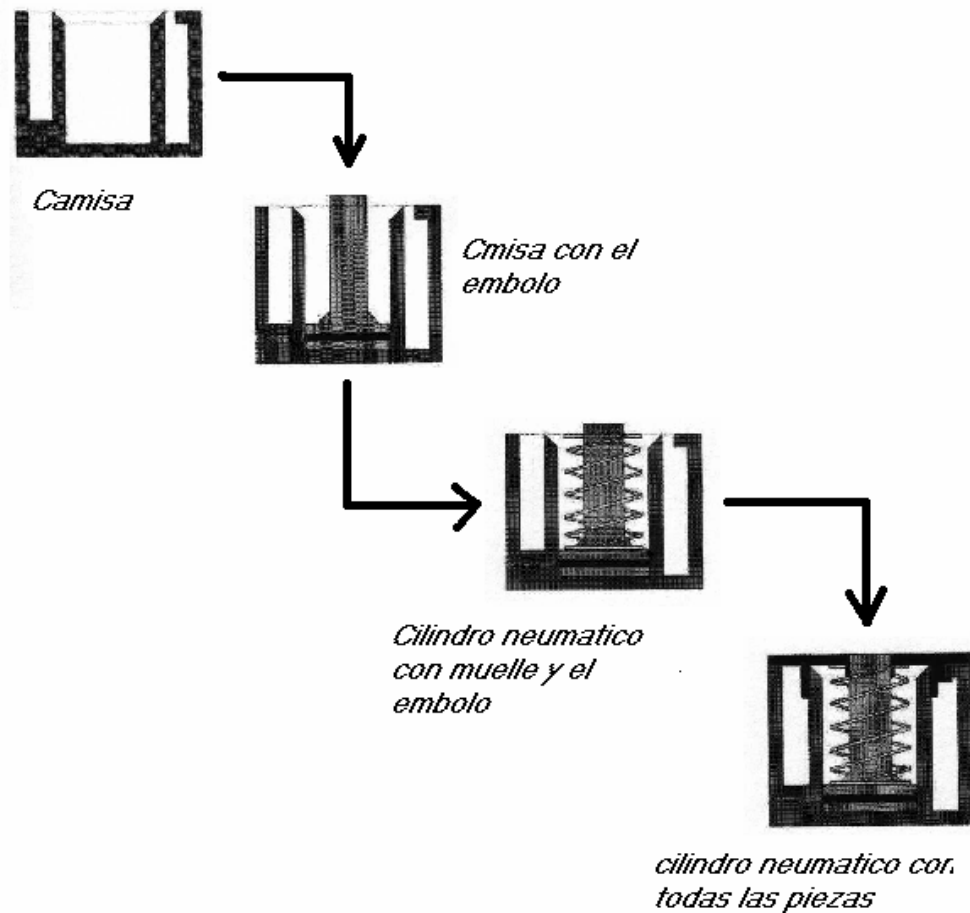


En cuanto al trabajo realizado por cada una de ellas puede encontrar:

La universidad de Zaragoza fabrica un solo producto pero con varias variables, el sistema consiste en el pedido de un cierto número de piezas con un máximo de 3 depositadas sobre una base concreta que puede ser de 2 tipos distintos.



Estas piezas, simulan cilindros neumáticos de simple efecto. Los cuales a su vez estarán formada i por tanto,

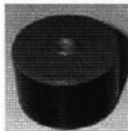
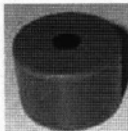
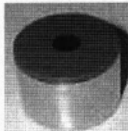


Las piezas se diferencian también en cuanto a colores y tamaño de las piezas que lo constituyen. El diámetro de todas las piezas es el mismo en cambio su altura no, también las camisas de color negro son mas bajas, que las rojas y las metálicas, por tanto los émbolos respectivamente serán mas pequeños.

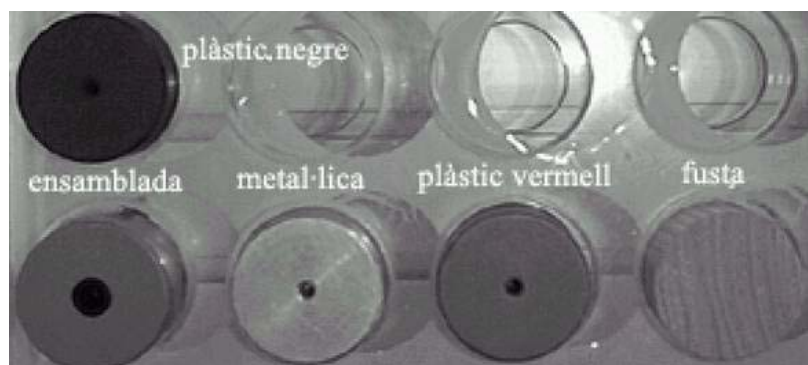
Por tanto sabemos que hay 2 tipos de émbolos, los muelles utilizados son del mismo tamaño todo. Respecto a la célula encontrada en Vilanova i la Geltru , este producto que realiza la célula flexible de Zaragoza también lo encontramos en la célula de la UPC, pero son la diferencia que todo el ensamblaje se realiza mediante robot , mientras que en la FMS de Zaragoza es mediante cilindros neumáticos. Otra diferencia que nos encontramos es que tiene un modulo de ensamblado de piezas y otro modulo dedicado a elegir piezas de diferentes colores y materiales con misma altura y mecanizado de las mismas, con el siguiente control de verificación de mecanizado correcto.

En cuanto a las piezas ensambladas nos encontramos con que las cuales varían de altura, material y colores, esta apreciación al veremos más detallada a continuación:

Aquí podemos ver los tipos de piezas que nos encontramos en la célula flexible de Zaragoza

Tipo de Pieza			
Camisa	Negra	Roja	Metálica
Émbolo	Metálico (longitud corta)	Negro (longitud larga)	
Muelle	Standard		

Aquí podemos ver los tipos de piezas que podemos encontrar en la célula flexible de la UPC



### Tipos de piezas a mecanizar

<i>Diametro</i>	<i>40mm</i>
<i>Altura</i>	<i>22,5mm</i>
<i>Material</i>	<i>Plástico metal y madera</i>
<i>Colores</i>	<i>Rojo, negro y plateado</i>

### Tipos de piezas a ensamblar

<i>Partes</i>	<i>Cuerpo, pistón ,muelle y cubierta</i>			
<i>Diametro</i>	<i>40 mm</i>			
<i>Altura</i>	<i>25 mm (cuerpo rojo o plateado sin cubierta) 22,5 mm (cuerpo negro, sin cubierta)</i>			
<i>Material</i>	<i>Plástico, metal</i>			
<i>Colores</i>	<i>Cuerpo: rojo, negro, plata. Cubierta: azul.</i>			
<i>Pistones</i>	Tipo 1		Tipo2	
	<i>Color</i>	<i>Negro</i>	<i>Color</i>	<i>Plata</i>
	<i>Diametro</i>	<i>20mm</i>	<i>Diametro</i>	<i>16mm</i>

	PIEZAS	PRODUCTOS
FMS UAB	A B C	A+ B+ C
		A+C

En cuanto a las otras células la de Oviedo hace 1 producto, y la FMS de la UAB hace 2 productos

	<b>CONTROLADORES</b>	<b>MONITORIZACION</b>
<b>SMP EPSEVG</b>	OMRON SIEMENS	LABVIEW CXSUPERVISOR
<b>FMS OVIEDO</b>	SIEMENS SCHNEIDER	PROSIMAX
<b>FMS ZARAGOZA</b>	TELEMECANICA	PL7 MONITOR PRO VIJEO LOOK
<b>FMS UAB</b>	IZUMI OMRON	LABVIEW

## 7. BIBLIOGRAFIA

La información mas útil para la realización de este mini-proyecto la hemos obtenido de la pagina web que desde la escuela se ha dedicado a la célula de fabricación flexible. En esta pagina web encontraremos todo tipo de información de la célula, tanto de sus distintas estaciones como de las partes que la componen. Esta pagina web creemos que es un buen complemento a nuestro mini-proyecto. La dirección de esta pagina web es la siguiente:

- <http://membres.lycos.fr/hartos>

Otra fuente de información son las paginas web de otras estaciones. El ejemplo mas coincidente con el nuestro que hemos encontrado, es que ha desarrollado la universidad de Oviedo, mas concretamente el departamento de de ingeniería eléctrica, electrónica, de computadoras y de sistemas. Encontraremos información en la pagina web que tienen dedicada a esta célula de fabricación flexible. La dirección es la siguiente:

- [http://isa.uniovi.es/genia/spanish/proy/FMS\\_200.htm](http://isa.uniovi.es/genia/spanish/proy/FMS_200.htm).

En otras universidades encontramos también proyectos sobre otras células de fabricación flexible como por ejemplo la universidad Rovira i Virgili de Tarragona o la universidad de Girona.

Por otro lado nos puede ser útil también la información que diversas empresas que se dedican a la automatización ponen a disposición del público. Entre estas empresas se encuentra FESTO, que en su sección FESTO DIDACTIC, da todo tipo de información sobre células de fabricación flexible. Además como mas adelante comentaremos FESTO es la compañía elegida para suministrar el material necesario para construir esta célula de fabricación flexible de nuestra universidad.

Otra fuente para obtener información son los libros. En este apartado hemos recurrido al catalogo informatizado de la biblioteca de nuestra universidad. En esta búsqueda hemos dado con diversos libros que podrían se útiles para nuestro proyecto. En estos libros encontraremos otro tipo de células flexibles, que aunque sean para otro tipo de trabajo nos podrían dar ideas sobre nuestro proyecto. Los libros son los siguientes:

- *Realización de una célula flexible para una planta química tipo "batch"*, cuyo autor es Toni Bergas Mas. Como hemos comentado este libro trata de una célula con un fin distinto pero podríamos obtener alguna idea que nos sirva para nuestro proyecto.
- *Célula de fabricación flexible para el departamento de ESAll*, cuyo autor es Sebatia Navarro Agusti. Proyecto fin de carrera dedicado a otra célula de fabricación flexible fabricada en otra facultad de la UPC.

- *Diseño de un simulador de célula de fabricación flexible.* Autor, David Molina Tomas (proyecto). Disponible en la biblioteca Rector Gabriel Ferrate (campus nord-Barcelona).

Por ultimo otro medio para sacar información son la revistas de automatización.

En este apartado podemos mencionar dos revistas diferentes, las cuales estan a nuestra disposición en la biblioteca de la universidad. Estas dos revistas son :

- Automatización e instrumentación y automatización.

- Páginas web de interés para nuestro proyecto.

<http://www.kuka-roboter.de/english/>

<http://www.edicionsupc.es/virtuals/caplln/EM04104X.htm#>

[http://atlas.puj.edu.co/ftp/centros/cap/manual\\_robot.pdf](http://atlas.puj.edu.co/ftp/centros/cap/manual_robot.pdf)

<http://www.twente.research.ec.org/esp-syn/index.html>

[http://www.aeratp.com/contenidos/filosofia\\_frames.htm](http://www.aeratp.com/contenidos/filosofia_frames.htm)

<http://www.chi.itesm.mx/~cim/robind/robotica.html#componentes;>  
[www.kuka.com](http://www.kuka.com)

<http://155.210.154.15/robotica/LENGUAJES.pdf>

<http://guindo.pntic.mec.es/~crangil/neumatica.htm#cse22>  
<http://www.lasber.com/es/productos.php>

<http://html.rincondelvago.com/automatizacion-industrial.html>

<http://www.automatas.org/fabricante.htm>

[http://www.ad.siemens.de/fea/html\\_78/pid.htm](http://www.ad.siemens.de/fea/html_78/pid.htm)

<https://mall.ad.siemens.de/ES/quest/index.asp?aktPrim=0&nodeID=5000488&lang=es>

[www.siemensandina.com/archivos/venezuela/capitulo4.pdf](http://www.siemensandina.com/archivos/venezuela/capitulo4.pdf)

[http://www.sec.upm.es/docencia/plan\\_00/ai/descarga\\_AI/teoria/Microsoft%20PowerP](http://www.sec.upm.es/docencia/plan_00/ai/descarga_AI/teoria/Microsoft%20PowerPoint%20-%20T2_automatas_programables_V1.pdf)  
[oint%20-%20T2\\_automatas\\_programables\\_V1.pdf](http://www.sec.upm.es/docencia/plan_00/ai/descarga_AI/teoria/Microsoft%20PowerPoint%20-%20T2_automatas_programables_V1.pdf)

[www.siemensandina.com/archivos/venezuela/capitulo4.pdf](http://www.siemensandina.com/archivos/venezuela/capitulo4.pdf)

<http://www.univalle.edu.co/~ppiee/Lab/labauto.htm>

<http://www.arian.cl/downloads/bro-cl20-s.pdf>

<http://www.ab.com/manuals/es/cp/plc5/1785104es.pdf>

[http://www.automatica-aei.com/Tecnomarket/componentes\\_auto.html](http://www.automatica-aei.com/Tecnomarket/componentes_auto.html)

<http://oeiwcsnts1.omron.com/whitepapers2.shtml>

<http://www.geocities.com/SiliconValley/Bay/8507/index.html>

[www.siemensandina.com/archivos/venezuela/capitulo4.pdf](http://www.siemensandina.com/archivos/venezuela/capitulo4.pdf)

- Páginas web de otras universidades del estado:

[http://isa.uniovi.es/genia/spanish/proy/FMS\\_200.htm](http://isa.uniovi.es/genia/spanish/proy/FMS_200.htm)

<http://www.univalle.edu.co/~ppiee/Lab/labauto.htm>

<http://automata.cps.unizar.es/>

<http://automata.cps.unizar.es/celula6.html>

<http://www.isa.upv.es/>



## **8. ANEXOS**

## PLANOS

### LISTADO DE PLANOS

Nº DE PLANO	DESCRIPCIÓN
<b><i>2004.05.01</i></b>	<b><i>ESTADO ACTUAL LABORATORIO L111 L112 DISTRIBUCIÓN Y COTAS</i></b>
<b><i>2004.05.02</i></b>	<b><i>ESTADO ACTUAL LABORATORIO L 110 DISTRIBUCIÓN Y COTAS</i></b>
<b><i>2004.05.03</i></b>	<b><i>ESTADO ACTUAL LABORATORIO L111 L112 MOBILIARIO</i></b>
<b><i>2004.05.04</i></b>	<b><i>ESTADO ACTUAL LABORATORIO L-110 MOBILIARIO</i></b>
<b><i>2004.05.05</i></b>	<b><i>PROPUESTA LABORATORIO DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN L111+L112</i></b>
<b><i>2004.05.06</i></b>	<b><i>PROPUESTA LABORATORIO DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN L110</i></b>